

# **Сравнительный анализ источников света и затрат на электроэнергию за 10 000 ч работы**

Школа для электрика - <https://electricschool.info/>

Канал в Telegram:

<https://t.me/electricschool>

## **1. Цель и область отчёта**

Отчёт предназначен для учебного и инженерного использования при сравнении основных типов источников света: лампы накаливания, галогенные лампы, компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), ртутные дуговые лампы высокого давления (ДРЛ), натриевые дуговые лампы высокого давления (ДНаТ, НПС), металлогалогенные лампы (МГЛ, МН) и светодиодные лампы (LED).

В отчёте приведены свето-технические характеристики, типичные значения ресурса и ориентировочные затраты на электроэнергию при обеспечении одинакового светового потока в течение 10 000 ч работы.

## **2. Исходные допущения и методика расчёта**

Для корректного сравнения по энергозатратам принято, что все источники света обеспечивают одинаковый световой поток 1000 лм, что соответствует примерно одной современной лампе общего освещения средней мощности

В качестве тарифа на электроэнергию использована средняя мировая цена для бытовых потребителей на I квартал 2026 года: 0,174 USD/кВт·ч.

Световая отдача источника света обозначается через  $\eta$ , лм/Вт. Тогда для обеспечения светового потока  $\Phi = 1000$  лм требуемая электрическая мощность источника

$$P = \frac{\Phi}{\eta} = \frac{1000}{\eta} \text{ Вт.}$$

Энергия, потреблённая за 10 000 ч работы,

$$E = P \cdot t = \frac{1000}{\eta} \cdot 10\,000/1000 = \frac{10\,000}{\eta} \text{ кВт·ч.}$$

Затраты на электроэнергию определяются как

$$C = E \cdot c_{el} = \frac{10\,000}{\eta} \cdot c_{el}, c_{el} = 0,174 \text{ USD/кВт·ч.}$$

В расчётах не учитывается стоимость самих ламп и эксплуатационные расходы (обслуживание, замена ПРА и др.), чтобы сосредоточиться на влиянии световой отдачи и ресурса на энергопотребление.

### **3. Обзор рассматриваемых источников света**

#### **3.1. Лампа накаливания**

Лампа накаливания формирует свет за счёт нагрева вольфрамовой спирали до высокой температуры (порядка 2700–2800 К). Световая отдача бытовых ламп накаливания составляет около 10–15 лм/Вт, обычно принимают порядка 12–15 лм/Вт.

Типичный ресурс таких ламп составляет около 1000 ч, что на порядок меньше, чем у газоразрядных и светодиодных источников.

#### **3.2. Галогенная лампа**

Галогенная лампа является усовершенствованной лампой накаливания, в колбу которой добавлены галогены (йод, бром), что позволяет повысить температуру нити и световую отдачу.

Световая отдача бытовых галогенных ламп обычно находится в диапазоне 15–25 лм/Вт; в расчётах принято значение 20 лм/Вт, ресурс типично 2000–4000 ч.

### **3.3. Компактная люминесцентная лампа (КЛЛ)**

КЛЛ относится к разряду люминесцентных ламп и использует ультрафиолетовое излучение ртутного разряда для возбуждения люминофора на внутренней поверхности колбы.

Для компактных люминесцентных ламп типичная световая отдача составляет 50–70 лм/Вт, в расчётах принято 60 лм/Вт; ресурс качественных КЛЛ обычно 6000–8000 ч или выше.

### **3.4. Ртутная дуговая лампа высокого давления (ДРЛ)**

Ртутные лампы высокого давления (ДРЛ) являются газоразрядными лампами, где свет излучается парами ртути при высоком давлении; они используются для освещения улиц, промышленных площадок и больших помещений.

Световая отдача ДРЛ обычно находится в диапазоне 35–65 лм/Вт (часто приводят 35–55 лм/Вт), а ресурс может достигать 20–24 тыс. ч, что существенно выше, чем у ламп накаливания и КЛЛ.

### **3.5. Натриевая дуговая лампа высокого давления (ДНаТ, HPS)**

Натриевые лампы высокого давления (HPS, ДНаТ) используют разряд в парах натрия с добавками, обеспечивая очень высокую световую отдачу и характерное жёлто-оранжевое излучение.

Для ламп ДНаТ типичная световая отдача составляет порядка 80–150 лм/Вт (часто около 100 лм/Вт), а ресурс обычно превышает 20 000 ч.

### **3.6. Металлогалогенная лампа (МГЛ, МН)**

Металлогалогенные лампы представляют собой разновидность ртутных ламп с добавлением галогидов металлов, что улучшает спектр и повышает световую отдачу.

Они обладают световой отдачей порядка 75–100 лм/Вт (часто ориентируются на 80 лм/Вт) и ресурсом около 10–15 тыс. ч.

### **3.7. Светодиодные лампы (LED)**

Светодиодные лампы используют полупроводниковые светодиоды и отличаются очень высокой эффективностью и большим ресурсом; наиболее эффективные коммерческие LED-лампы достигают светоотдачи более 200 лм/Вт, а массовые изделия для общего освещения обычно имеют 80–150 лм/Вт.

Средний ресурс бытовых светодиодных ламп по данным производителей и обзоров составляет порядка 25 000–50 000 ч.

#### 4. Сводная таблица характеристик источников света

В таблице 1 приведены усреднённые показатели световой отдачи и ресурса, использованные далее в расчётах энергозатрат.

**Таблица 1 — Основные характеристики источников света**

Тип источника	Диапазон световой отдачи, лм/Вт	Принятая $\eta$ для расчётов, лм/Вт	Типичный ресурс, ч	Краткая характеристика
Лампа накаливания	10–15	12	≈1000	Очень низкая эффективность, хороший индекс цветопередачи, мгновенное включение
Галогенная лампа	15–25	20	2000–4000	Улучшенная лампа накаливания, чуть выше эффективность, более белый свет
КЛЛ (компактная люминесцентная)	50–70	60	6000–8000	Высокая эффективность, ресурс в несколько раз выше накаливания, содержит ртуть
ДРЛ (ртутная ВД)	35–65	50	20 000–24 000	Прожекторное и уличное освещение, холодный оттенок, длительный прогрев
ДНаТ (натриевая ВД, HPS)	80–150	100	≈20 000	Очень высокая эффективность, жёлто-оранжевый свет, слабая цветопередача
МГЛ (металлогалогенная)	75–100	80	10 000–15 000	Высокая эффективность и более хороший спектр, требуется ПРА, прогрев
LED-лампа	80–150 и более	120	25 000–50 000	Очень высокая эффективность, большой ресурс, мгновенное включение

Принятые расчётные значения  $\eta$  выбраны как типичные для массовых источников в общем освещении, попадающие в середину диапазонов, приведённых в литературе.

Это позволяет получить ориентировочные, но показательные сравнения энергозатрат при одинаковом световом потоке.

## 5. Расчёт энергопотребления и затрат на 10 000 ч

Для каждого типа источника света выполнены расчёты требуемой мощности для 1000 лм, энергии за 10 000 ч и стоимости электроэнергии при среднем мировом тарифе 0,174 USD/кВт·ч.

Результаты округлены до двух знаков по стоимости и до одного знака по мощности и энергии для удобства использования в учебных расчётах.

### Таблица 2 — Энергопотребление и стоимость электроэнергии за 10 000 ч при 1000 лм

Обозначения:  $\eta$  — принятая световая отдача,  $P$  — требуемая мощность,  $E$  — энергия за 10 000 ч,  $C$  — стоимость электроэнергии при 0,174 USD/кВт·ч.

Тип источника	$\eta$ , лм/Вт	Требуемая мощность $P$ , Вт	Энергия за 10 000 ч $E$ , кВт·ч	Стоимость $C$ , USD
Лампа накаливания	12	$P = 1000/12 \approx 83,3$	$E = 10\,000/12 \approx 833,3$	$C \approx 145,0$
Галогенная лампа	20	$P = 1000/20 = 50,0$	$E = 10\,000/20 = 500,0$	$C = 87,0$
КЛЛ	60	$P \approx 16,7$	$E \approx 166,7$	$C \approx 29,0$
ДРЛ	50	$P = 20,0$	$E = 200,0$	$C = 34,8$
ДНаТ (HPS)	100	$P = 10,0$	$E = 100,0$	$C = 17,4$
МГЛ (MH)	80	$P = 12,5$	$E = 125,0$	$C = 21,8$
LED	120	$P \approx 8,3$	$E \approx 83,3$	$C \approx 14,5$

При принятых исходных данных расходы на электроэнергию для обеспечения одинакового светового потока 1000 лм за 10 000 ч для лампы накаливания примерно в 5 раз выше, чем для светодиодного источника.

Газоразрядные источники (ДНаТ, МГЛ, ДРЛ) по энергозатратам занимают промежуточное положение между традиционными лампами накаливания/галогенами и современными LED-лампами.

## **6. Анализ результатов и практические выводы**

Светодиодные лампы обеспечивают минимальные затраты на электроэнергию при сопоставимом или лучшем качестве света, а их большой ресурс дополнительно снижает затраты на обслуживание и замену источников.

Компактные люминесцентные лампы и газоразрядные источники (ДРЛ, ДНаТ, МГЛ) также существенно выгоднее ламп накаливания и галогенных по энергопотреблению, но имеют ограничения по спектру, индексу цветопередачи, времени разгорания и экологическим аспектам (ртуть).

Лампы накаливания и галогенные технически просты, обеспечивают высокое качество цветопередачи и мгновенное включение, но их крайне низкая световая отдача приводит к очень высоким расходам на электроэнергию при длительной эксплуатации.

В учебных и расчётных задачах целесообразно использовать приведённые в отчёте табличные данные как исходные для сравнения энергетической и экономической эффективности различных источников света при одинаковом уровне освещённости.

---

## **References**

1. [Incandescent Lamps](#) - Incandescent lamps use thermal radiation from a heated filament. They are being phased out due to po...
2. [Compact fluorescent lamp - Wikipedia](#)
3. [Mercury-vapor lamp - Wikipedia](#) - Mercury-vapor lamps are more energy efficient than incandescent lamps with luminous efficacies of 35...
4. [Sodium-vapor lamp - Wikipedia](#)
5. [Metal-halide lamp](#) - As a result, metal-halide lamps have high luminous efficacy of around 75–100 ... All metal halide ar...
6. [LED lamp - Wikipedia](#)

7. [Electricity prices around the world | GlobalPetrolPrices.com](#) - Residential and business electricity rates in 150 countries around the world. Several data points fo...
8. [Luminous Efficacy: The Ratio Between Lumens and Watts - lamps.eu](#) - Luminous Efficacy of Different Lamp Types · Incandescent bulb (general-purpose lamp): 12 lm/W · Halo...
9. [Technical, economic, and environmental feasibility assessment of solar-battery-generator hybrid energy systems: a case study in Nigeria](#) - Supermarkets in Nigeria rely on diesel generators for electricity due to the unreliability of the na...
10. [Techno-economic and Environmental Analysis of a 2.5 MW Solar PV Based Power Plant in Bangladesh](#) - Through the implementation of photovoltaic ongrids, this initiative seeks to alleviate energy diffic...
11. [High Stress Economic Scenario on Renewable Energy Integration with Genetic-Firework Hybrid Algorithm](#) - This work models a hard economic scenario in which inflation rate is set to 7%, the price of diesel ...
12. [Energy efficient lighting - metal halide lamp](#) - Fitting and lamp replacement with metal halide lamps; a highly efficient source, typically 80 lumens...
13. [Luminous efficacy - The efficiency of a light source - S-Polytec](#) - Ever wondered LED lamps have different brightness despite having the same wattage? We explain why! |...
14. [Incandescent light bulb - Wikipedia | Encyclopedia](#) - An incandescent light bulb, also known as an incandescent lamp or incandescent light globe, is an el...
15. [Halogen Lamps - RP Photonics](#) - Typical 230-V household halogen lamps with a power consumption of 60 W, for example, reach a luminou...
16. [Halogen lamp - Wikipedia](#)
17. [Halogen lamp longevity - GKToday](#) - A halogen lamp is a type of incandescent light bulb that uses a filament made of tungsten sealed wit...

18. [Fluorescent Lamps - RP Photonics](#) - Yes, fluorescent lamps are several times more energy-efficient than traditional incandescent lamps, ...
19. [Luminous Efficacy - an overview | ScienceDirect Topics](#) - For a T12 fluorescent tube with magnetic ballast, the values are 60 lm W<sup>-1</sup> (9%), and for 9–32 W comp...
20. [Choose the right fluorescent lighting](#) - Although CFLs are slightly more expensive to buy than incandescent bulbs, their longer life and lowe...
21. [Mercury Vapor Lamps - RP Photonics](#) - Mercury vapor lamps are metal vapor lamps emitting light from mercury atoms. They are used for high- ...
22. [\[PDF\] High pressure mercury lamp , HRL 1000W/230/E40](#) - After the lamp start a mercury vapour lamp needs about 5 minutes time to reach its full luminous flu...
23. [LED Street Light vs HPS/LPS Light | Manufacturer | ZGSM](#) - Low and high pressure sodium lights (LPS & HPS) have become the choice of most lighting users due to...
24. [Using LED equivalent chart to replace traditional lamps - ZGSM](#) - Currently, the luminous efficacy of LED tubes is generally around 130 lm/W, with some reaching 150 l...
25. 1
26. [Metal halide lamps from 150 to 1000W - Growmart.EU](#) - The life of metal halide fixtures varies from 10,000 to 30,000 hours. Most indoor growers use their ...
27. [Optimisation of LED luminaires renewal interval based on proposed CLO adjustment method](#) - ...topic of CLO. This paper suggests a scientific approach to finding CLO's exact output voltage as ...
28. [7 Facts About LED Light Longevity You Should Know](#) - Discover the key insights into LED light longevity and how it can revolutionise your approach to sus...
29. [Demystifying LED Lighting](#)

30. [How Long Do LED Lights Last in 2025? | Australia Guide](#) - Discover how long LED lights last in 2025, their lifespan, benefits, and costs across Australia. Lea...
31. [Lamp life - The UK DIY Wiki](#)

**Школа для электрика - <https://electricalschool.info/>**

**Канал в Telegram: <https://t.me/electricalschool>**